

GÜBRELEMENİN MEYVE VE SEBZELERİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Seda ERDOĞAN BAYRAM¹, Ömer Lütfü ELMACI²

ÖZET

Tarımsal üretimde yaygın bakış açısı olan verim odaklı üretimin yerini, kaliteyi de içine alan bir üretim anlayışına bırakması, gübrelemede de konvansiyonel tekniklerin terk edilerek verimin yanı sıra kaliteyi artırıcı uygulamaları zorunlu kılmaktadır.

Bu derlemenin amacı, tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik hızla artan farkındalık ve kabullerine paralel olarak gün geçtikçe artan taleplerine, üreticilerin cevap verecek nitelikte üretim yapabilecek gübreleme uygulamaları için yeni bir bakış açısı oluşturmaktır.

İnsanlığın var oluşundan bu yana beslenme ve tarımsal üretim devam eden bir süreçtir. Türkiye gibi tarımsal üretim potansiyeli yüksek, gelecekteki gıda gereksinimini karşılamaya aday bir ülkenin; son yıllarda geliştirilen ürün kalitesi odaklı gübreleme teknikleri ile, çevre insan ve bitki sağlığını koruyarak verimliliği sürdürebileceği, topraktan sofraya kadar sağlıklı, güvenilir ürünleri üretebilmesi mümkün olacaktır.

Hayvansal organizmanın dışarıdan alması zorunlu ancak bitkilerin doğal olarak sentez ya da akümüle ettiği, sağlık üzerine olumlu katkıları bilimsel olarak kanıtlanmış fonksiyonel bileşenlerinin gübreleme ile arttırılması; sağlıklı bir tarım, sağlıklı bireylerden oluşan bir topluma ulaşmayı mümkün kılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gübreleme, fitokimyasallar, fonksiyonel gıdalar, kalite

The Effects Of Fertilizer Applications On The Functional Characteristics Of Fruits And Vegetables

ABSTRACT

The common viewpoint in agricultural production, that production is focused on yield, must be abandoned for an understanding of production which includes quality, and conventional techniques of fertilizer application must be left behind while applying measures to improve quality.

The purpose of this compilation is to form a new viewpoint to answer producers' questions on the application of fertilizer at a time when rapidly increasing awareness and acceptance of functional foods are creating ever-increasing demand.

Nutrition from agricultural production is a process that has been continuing for millennia. It is possible for a country like Turkey, which has a high potential for agricultural production and can meet its needs for food in the future, to keep up its yield while preserving both people and plants in the environment, and to produce crops which are perfectly healthy and dependable, by means of recently developed techniques of fertilizer application which focus on crop quality.

It will be possible to have healthy agriculture, healthy nutrition and a society of healthy individuals by increasing functional compounds which have been scientifically proven to have a positive effect on health and which plants either synthesize naturally or accumulate, but which must be collected from outside the body of an animal organism, by the use of fertilizers.

Key Words: Fertilizer, phytochemicals, functional foods, quality

1. GİRİŞ

Son yıllarda hızla artan dünya nüfusu, küresel ısınma, değişen yaşam koşulları ve bilinçli tüketici sayısındaki artış, mevcut besin kaynaklarının daha verimli kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bu durum, üretimi arttırmanın yanı sıra, mevcut ürünlerin kalitesini arttırmayı da gerektirmektedir. Günümüzde sağlık konusunda bilinçlenen tüketiciler; besin tercihlerini değiştirerek, vücudun temel gereksinimlerini sağlamasının yanı sıra bazı hastalıkların oluşum riskini azaltıcı, koruyucu, tedavi edici gibi özel fizyolojik etkiye sahip gıdalara yönelmektedirler. Fonksiyonel gıdalar olarak adlandırılan bu ürünlerin artan pazarı, gıda endüstrisine yeni olanaklar sağlamaktadır. Buna bağlı olarak; araştırmacılar, tarımsal üretimde ve gıda

sanayisinde elde edilen ürünlerin, besin içeriğinin yanı sıra, insan sağlığına da olumlu yönde bir katkı sağlayacak üretim konularına yönelmişlerdir. Dünyada, Ziraat - Tıp ve Gıda alanlarında fonksiyonel gıdalar - bitki beslenmesi ve insan sağlığı üçgeni popülaritesi hızla artan bir konu olmaktadır.

Kırsal alanlardan şehirlere göçün sürdüğü ülkemizde beslenme konusundaki alışkanlıklar da değişmektedir. Gelir düzeyindeki artışa bağlı olarak fonksiyonel bileşikler bakımından zengin, meyvelere, sebzelere ve hazır gıdalara olan talep her geçen gün artmaktadır. Artık insanlar yüksek kalorili gıdalardan sakınıp vitamin, mineral ve fenolik bileşiklerce zengin gıdalara eğilim göstermektedir. Kentsel nüfusun beslenme alışkanlıklarındaki değişim basın yayın organlarında da yoğun bir şekilde işlenmekte ve daha önce pek duymadığımız; omega 3, polifenol,

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Merkez Laboratuvarı, İZMİR, 35100, seda.erdogan@ege.edu.tr

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İZMİR, 35100, omer.lutfu.elmaci@ege.edu.tr

antioksidan gibi kelimelerle tanışmamıza aracı olmaktadır.

Dünya nüfusunun dörtte birinin yoksulluk sınırı altında yaşamakta olduğu üçüncü milenyuma girdiğimiz şu yıllarda; dünyada bir milyarı aşkın insan yeteri kadar beslenememektedir. Bu rakamın 800 milyon kadarının gelişmekte olan ülkelerde yaşıyor olması son derece vahimdir (Anonim, 2012). Dahası, bunca bilimsel ve teknolojik ilerleme kaydedilen modern dünyada her saatte bin çocuğun, açlıktan hayatını kaybediyor olması durumun ciddiyetini bir kez daha ortaya koymaktadır. Uzmanlar tarafından kötü iklim şartları, yanlış politikalar ve ihracat ithalat yolundaki engeller şeklinde açıklanan bu durumun nedenlerine eldeki besin kaynaklarının zenginleştirilerek daha efektif kullanılmaması da eklenmelidir.

Bu derlemede, gıdaların fitokimyasal madde içerikleri üzerine gübrelemenin önemine değinilmiştir. İlk olarak, fonksiyonel gıdaların ve gıdalardaki fonksiyonel bileşenlerin tanımı yapılarak, fonksiyonel bileşenlerin insan metabolizmasındaki işlev mekanizması ile ilgili bilgi verilmiştir. Sonrasında beslenmenin ana komponentlerinden bazı meyve-sebzelerin içerdiği fonksiyonel bileşenlerin gübreleme ilişkileri ele alınarak bir takım gübreleme önlemleri ile fitokimyasalların artırılmasına yönelik öneriler tartışılmıştır.

Fonksiyonel Gıda Nedir?

Fonksiyonel gıdalar, tamamen doğal besinlerden elde edilen biyoaktif özellikteki maddelerin, günlük yaşamda tükettiğimiz gıdalara eklenmesi ile ortaya çıkan ve sentetik özellik taşımayan gıdalardır. Toplumların son yıllarda giderek yaygınlaşan sağlıklı beslenme bilinci, bu ürünlerin üretim maliyetlerinin normal gıda ürünlerinininkinden yüksek olmasına rağmen, sağlığa yaptıkları olumlu etkileri nedeniyle tüketim ve sağlık giderlerinin azalması, üretici firmaların fonksiyonel gıdalara olan ilgisini gün geçtikçe arttırmaktadır. Meyve ve sebzelerin doğal olarak içerdikleri antioksidan ve fenolik bileşikler, antioksidatif ve antimikrobiyal etkilerine bağlı olarak sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmektedir (Pehlivan vd., 2004).

Son yıllarda, tüketiciler ve araştırmacılar arasında popülaritesi hızla artan fonksiyonel gıdaların ortaya çıkış nedenleri ;

- Bilim ve teknolojiadaki hızlı gelişmeler
- Hastalık tedavi ücretlerinin artması
- Azalan genç nüfus
- Tüketicinin beslenme ve sağlık arasındaki ilişki konusunda bilinçlenmesi
- Gıda pazarlama sistemlerindeki değişiklikler şeklinde sıralanmaktadır (Farr, 1997; Kiriş ve Velioğlu, 2001; Karhonen, 2002; Roberfroid, 2002).

Beslenmenin ana komponentlerinden olan ve

insan beslenmesinde önemli bir rol oynayan bitkiler; su, karbonhidrat, protein, yağlar, mineraller ve vitaminler gibi temel besin maddelerini sağlarken enerji, büyüme ve gelişmede substrat olarak iş görürler. Bitkiler aynı zamanda, sağlığı olumlu yönde iyileştiren, hastalıklardan koruyan fitokimyasallar olarak bilinen, kompleks sekonder metabolitleri ve çeşitli mineralleri sentez veya akümüle ederler. Fitokimyasallar; mineral elementleri, organik ve inorganik bileşikleri, sağlığa yararlı bilinen K, Fe, Ca, Mg, Zn gibi esensiyel besin maddelerini, askorbik asit/Vit C, Vit E, pro vitamin A, karotenoidler ile Se ve Si gibi iz elementler ile fenolik bileşikler, alkaloidler, terpenler ve glikosidleri içerirler. Bitkilere fonksiyonel özellik kazandıran ve küçük miktarlarda sentezlenen bu sekonder bitki metabolitlerinin bir çoğu; polinatörleri (polen taşıyıcı böcek) cezbetmede, patojenlere, herbivarlara ve bitkileri çevresel strese karşı koruyucu roller oynarlar. Hastalıklardan korunmada ve sağlıklı bir yaşamda buna bağlı olarak sağlık giderlerinin azaltılmasında, fitokimyasallarca zengin beslenmenin rolü büyüktür.

Buna karşın; beslenmede, sadece fitokimyasal bileşikleri içeren diyetler, gıdalarda bulunan fitokimyasal olmayan diğer bileşiklerin yararlılığının azalmasına neden olmaktadır. Bu bulgu; fitokimyasallarca zenginleştirilmiş meyve ve sebzeler ile desteklenerek oluşturulmuş diyetlerin, yararlılık oranı en yüksek diyetler olduğunu göstermektedir. Günümüzde tanımlanmış yaklaşık 7000 yenilebilir meyve türü olmasına karşın, insan beslenmesinde, bunlardan sadece 20 tanesi; bitkisel orijinli gıdaların % 90'ını oluşturmaktadır (FAO, 2009). Bu bağlamda, meyve ve sebzelerin içerdiği fonksiyonel bileşenlerin farklı gübreleme ve genetik araştırmalarla özelliklerinin ortaya koyularak ürünün nitelik ve niceliğinde artış sağlanabilecektir.

Çok yönlü ekilebilir araziler; bugün hala birçok aileyi geçindiren en yaygın kaynaktır (Sanchez, 2010). Dünya genelinde tarımsal üretim yapılan topraklarda, yoğun tarımın yanı sıra iklimsel koşullarla da yıpranmanın bir sonucu olarak, bitkilerde verim ve kalitenin düşmesi insan beslenmesinde son derece önemli besin elementi eksikliklerine neden olmaktadır. Besin maddeleri açısından yoksullaşan topraklarda, hasat edilen ürünle birlikte kaldırılan bitki besin maddeleri, verimin dolayısıyla gıda üretiminin düşmesine ve besin kalitelerinin de azalmasına neden olmaktadır. Bu sonuç; gelişmekte olan bir çok ülkede önemli düzeyde, kronik beslenme bozukluklarına yol açmaktadır. Hızlı popülasyon artışı ve iklimsel değişimlerle birlikte besin maddelerinin azalması ile üretim ve kalitenin kötüye gideceği öngörülmektedir. Gübrelemede ve/veya yetiştiricilikte, verimi çok fazla arttırmaya odaklı besin maddelerinin etkin kullanımı ve global bitki beslenme bozukluklarını azaltmaya yönelik müdahaleler nedeni ile, tüketici tercihleri veya

fonksiyonel özellikler göz ardı edilmektedir. Aynı zamanda yeşil döngü çerçevesinde yapılan gübreleme, sulama ve mekanizasyon gibi kültürel işlemlerin geliştirilmesinin; birim alandan alınan ürün, ürünlerin fitokimyasal içeriğinin artması ve dolayısıyla para kazanma başarısında önemli olduğu öngörülmektedir. Bazı ticari kaygılar, verim odaklı tarımsal üretime ve milyonlarca insanın mineral maddeler ve vitaminlerce eksik beslenmesine yol açmaktadır. Gübrelemeye ek olarak; bitki genetik özellikleri (çeşit, tür), yetiştiricilik pratikleri (üretim yeri, dikim zamanı, bitki sıklığı, sulama, gübreleme v.b) ve çevresel etmenler, gıdalardaki fitokimyasal dağılımı ve kompozisyonunu önemli düzeyde etkiler (Mozafar, 1993; Crosby ve ark., 2003, 2008). Bu faktörler aynı zamanda; tat, doku, büyüklük, renk, aroma, satın alınabilirlik olanakları (fiyat) ve üretim kolaylığı gibi tüketici açısından önemli kriterleri de etkiler. Yetiştiricilik ve gübreleme tekniklerini geliştirme, yenilebilir sebze - meyvelerin fonksiyonel özellikleri ile birlikte gıda güvenliğini arttırarak daha sağlıklı ve kaliteli bir yaşamı da getirecektir.

Gübrelemenin üretim ve temel kalite parametreleri (proteinler, mineraller, vitaminler ve esansiyel yağlar) üzerine etkileri bilinmektedir. Buna karşın, mineral besin maddelerinin özel olarak fitokimyasal bileşikler üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmada; N, P, K temel bitki besin elementleri ile S ve Se iz elementlerinin meyve - sebzelerin fitokimyasal içeriklerine (fonksiyonel özelliklerine) etkileri ele alınmıştır.

Azot Gübrelemesi

Bitki kuru maddesinde % 2-4 arasında bulunan azot; büyüme ve gelişmeyi desteklemek için mutlak gerekli elementlerdendir. Nükleik asitler, amino asitler, proteinler ve enzimler gibi pek çok organik bileşiğin yapısında yer alır. Bir çok bitkide, azot gübrelemesi ile yaprak N konsantrasyonu, yapraklardaki suda çözünabilir protein içeriği, fotosentez ve üretim parametreleri arasında yakın ilişkiler saptanmıştır. Yaprak alanı ve fotosentetik CO₂ asimilasyonu döngüsünde yeteri kadar sağlanan azot, uzun vadede fitokimyasalların sentezi için karbon döngüsünün bir kaynağını (başlangıcı) oluşturmaktadır. Azot diğer besin elementlerine göre bitkinin bileşiminde daha fazla etkiye sahiptir. Bitkinin bileşimindeki değişimler bitkiden beklenen kalite unsurlarını arttırıcı veya azaltıcı etkiye sahiptir (Güneş ve ark., 2008).

Bitkilerde azotlu gübrelemenin genel olarak; vitamin içeriklerini, karoten özellikle Vit B1 içeriklerini arttırırken Vitamin C içeriğini azalttığı rapor edilmiştir (Mozafar, 1993). Son yıllarda yapılan çalışmalar da bu bulguyu desteklemektedir.

Barickman ve ark. (2009), su teresinde artan dozlarda sağlanan N miktarları ile antioksidan ve karotenoid (beta-karoten, lutein, neoksatin ve

zeaksatin) konsantrasyonları arasında pozitif korelasyonlar olduğunu bildirmişlerdir. Buna paralel, kale bitkisi yapraklarının karotenoid (lutein, β - karoten, klorofil) konsantrasyonlarının arttığını belirlemişlerdir. Lutein ve β - karoten potansiyel (güçlü) antioksidan pigmentleri olup göz sağlığında önemli rol oynamaktadırlar. Bu antioksidan pigmentler, A, C ve E vitaminleri ile birlikte hastalık riski gelişiminin azalmasına ve körlüğe yol açan bir sebep olarak bilinen AMD hastalığı (Yaşa bağlı makula dejenerasyonu) riskinin azaltılmasında yardımcı olmaktadır (AREDS, 2007).

Yetiştirme ortamının pH'sı, çeşitlerin genetik yatkınlığı, yetiştirme ortamının biyolojik çeşitliliği (faunası), organik madde kapsamı gibi pek çok faktör bitkide azot alınımını etkilemektedir. Bu bağlamda azot kaynağı olarak kullanılan gübrenin formu da fitokimyasal kompozisyonu etkilemektedir. Gübrelemede tür ve çeşitlerin farklı azot formlarına duyarlılıkları da gübreleme programları dizaynında, fitobesin elementleri zenginliği açısından kesinlikle göz önünde bulundurulmalıdır.

Kale bitkisi yapraklarının fitokimyasal kompozisyonları üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Kapsell ve ark., 2007a), gübre çözeltisinde NO₃:NH₄ oranının arttırılmasının yapraklarda, kuru ve yaş kütlede lutein ve β - karoten konsantrasyonlarını arttırdığı saptanmıştır.

Fosfor Gübrelemesi

Fosfor; bitki gelişimi, verimi ve kalitesi için mutlak gerekli esansiyel makro elementlerden biridir. Karmaşık bir çok biyokimyasal reaksiyonda bir substrat ve/veya katalizör olarak iş görürken fosfolipidler, DNA ve RNA gibi çok sayıda yapısal bileşiğin anahtar bileşenidir (Marschner, 1995). Oksidatif fosforilasyonda, ATP 'nin üretimi ortamda yeterli P bulunmasına bağlıdır. Fosforlu gübrelemenin fitokimyasal içeriği üzerine etkisi ile ilgili bir kaç araştırma bulunmaktadır. Paliyath ve ark. (2002), topraktan ve yapraktan fosfor uygulamalarının kırmızı elma kabuğundaki kırmızı renk yoğunluğunu arttırdığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada fosfor gübrelemesinin; antosiyanin, pro antosiyanin ve flavanol gibi diğer flavonoidlerin de konsantrasyonunu arttırdığını saptamışlardır. Araştırmacılar; renk intensitesi artışının pentoz fosfat yolunda aktivasyonu arttırarak flavonoid sentezini sağladığını bildirmişlerdir.

Önemli bir fitokimyasal olan antosiyanin; meyve ve sebzelere karakteristik kırmızı, mor renklerini verirler ve oksidatif hasardan yaprakları korurlar. Fuji elmasında fosfor içerikli bir bileşik olan Ethephon (2- chlorethyl phosphonic acid) un N, P ve Ca

Ca içerikli bir gübre ile birlikte yapraktan eş zamanlı uygulanması; flavonoid konsantrasyonunu ve kabuktaki kırmızı renk yoğunluğunu arttırmıştır (Jifon

vd., 2012).

Bazı araştırmalar; fosfor eksikliği ile birlikte yapraklardaki antosiyanin içeriğinin arttığına işaret etmektedir. Yaprak renginin erguvani mor renge dönüşümü, bitkilerin pek çoğunda fosfor eksikliğinin bilinen en yaygın semptomudur. Fosfor eksikliğinde yapraklardaki antosiyanin akümüasyonu, GA (giberellik asit) aktivitesini azaltarak yapraklardaki etilen ve ABA (absisik asit) gibi GA antagonistlerini arttırmaktadır (Jifon ve ark., 2012).

Fosfor açlığının yanı sıra diğer biyotik ve abiyotik stresler de aynı zamanda antosiyanin akümüasyonuna ve yapraklardaki mor erguvani renk dönüşümüne neden olmaktadır. Bundan dolayı; yüksek antioksidan kapasite, yüksek flavonoid ve antosiyanin içerikleri, bitkilerin çevresel stresle başa çıkmalarına yardım etmektedir. (Close ve Beadle, 2003; Chalker ve Scott, 1999).

Potasyum Gübrelemesi

Azot ve fosfor ile birlikte çok önemli bir makro element olan potasyum, bitki dokularında yüksek miktarlarda bulunması (%1-6) ve bitki gelişiminde fizyolojik proseslerin yanı sıra verim ve kaliteyi de kontrol etmesi nedeni ile önemli bir katyondur. Potasyum; bitkide meristematik büyüme, su rejimi, fotosentez ve uzun mesafe taşınım gibi pek çok fizyolojik fonksiyona sahiptir (Güneş ve ark., 2002). Potasyumun; enzim aktivasyonu, osmoz, stomaların açılıp kapanması, fotosentez ve transpirasyon, floemde taşınım ve dolayısıyla meyvede şeker birikiminde yardımcı pek çok biyokimyasal fonksiyonu olduğu da belirtilmiştir. Tat, doku gibi bir çok market kalitesi ve tüketici tercihleri üzerine alınabilir K' un pozitif korelasyonları olduğu saptanmıştır (Usherwood, 1985; Lester vd., 2005; Lester, 2006).

Potasyum ve diğer tek değerlikli katyonlar, enzim proteinlerinde değişiklik yaratarak uyarıcı etki gösterirler. Potasyum; membranlara bağlı proton pompalama görevindeki ATPaz enzim aktivitesini sağlayarak K'un dış ortamdan kök hücrelerine geçişini hızlandırarak hücre genişlemesi ve osmotik regülasyona son derece önemli katkıda bulunmaktadır (Güneş vd., 2002).

Bitkiler gibi hayvansal organizma fizyolojisinde de potasyumun önemli işlevleri vardır. Potasyum alınımlı ile çarpıntı, koroner kalp - damar hastalıkları gibi kalp rahatsızlıklarının ters ilişkisi olduğu rapor edilmiştir (He ve MacGregor, 2008). Pek çok meyve sebze potasyum kaynağıdır. Bal kabağı, karpuz, kavun, kabak, domates, brokkoli, portakal suyu, patates, muz, avakado, şeftali, armut, soya fasülyesi ve kayısı bunlardan başlıcalarıdır (Lester, 1997; USDA, 2010). Meyve ve sebzelerin yetersiz tüketimi, potasyum yönünden eksik diyetlere neden olmaktadır. Genel olarak; minimum alınması gereken potasyum dozu ~ 2g/gün, önerilen ise; 3 - 5 g/gün' dür (He ve

MacGregor, 2008). Vejetasyon süresince, meyve ve sebzelerin gelişimi; kök gelişimi ve aktivitesine dolayısıyla K alınımına bağlıdır. Bu bağlamda K eksikliği, fotosentez sonucu oluşan asimilatların üst organlara taşınımını dolayısıyla elde edilen ürünün miktar ve kalitesini sınırlandırmaktadır.

Yukarıda bahsedilen fizyolojik ve biyokimyasal işlevleri nedeni ile meyve kalitesinde önemli bir element olan K'un, farklı meyve türlerinde farklı fonksiyonel bileşenler üzerine etkileri yönünde yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır.

Kavun; potasyum, askorbik asit, β - karoten ve folik asit gibi fito besin elementlerinin zengin bir kaynağıdır (Lester, 2006). Kavun, domates, narenciye ve muz önemli bahçe bitkileri olup yararlı besin elementi içerikleri nedeniyle son yıllarda fonksiyonel özellikleri ile öne çıkmaktadır. Adı geçen meyveler aynı zamanda verim ve fonksiyonel kalite parametreleri açısından potasyum gübrelemesine kısa sürede ve çok iyi cevap veren bitkilerdir. (Lester ve Eischen, 1996; Lester ve Crosby, 2002; Jifon ve Lester, 2009).

Kavun beslenmesinde kontrollü koşullar ile tarla koşullarında potasyum uygulamalarının karşılaştırıldığı bir çalışmada; topraktan uygulamalara ek olarak yapraktan potasyum uygulamalarının eksiklik belirtilerini azaltırken tat, doku, renk, Vitamin C, β - karoten ve folik asit içerikleri gibi fonksiyonel kalite parametrelerini arttırdığı belirlenmiştir. Genel olarak bu kalite öğelerini; S içeren potasyum kaynakları ($K_2S_2O_3$, K_2SO_4 gibi) ile amino asit-K şelatlarının, standart mineral K kaynaklarına (KCl ve KNO_3 gibi) göre artırdığı belirtilmiştir (Lester vd., 2005, 2006; Jifon ve Lester, 2009).

Narenciye meyveleri; askorbik asit, likopen, β - karoten, limonoid ve naringin, narirutin ve hesperidin gibi flavonon glikozitlerin zengin bir kaynağıdır (Harris ve ark., 2007; Murthy ve ark., 2009; Park ve ark., 2009; Somasunderem ve ark., 2009).

Potasyum gübrelemesi, narenciye meyve kalitesinin gelişimi için kritik bir faktördür. Yaklaşık 1 ton narenciye ile 2 kg. K'un kaldırıldığı rapor edilmiştir (Koo, 1985).

Narenciyede, fito besin elementi özellikle; askorbik asit içeriği ile diğer meyve kalite özellikleri; meyve suyu içeriği, suda eriyebilir maddeler, asit konsantrasyonu, meyve boyu, meyve rengi, meyve şekli ve kabuk kalınlığı potasyum beslenmesiyle yakından ilişkilidir. Potasyum gübrelemesinin, enzim aktivitesini, karbonhidrat asimilasyonunu, taşınımını ve şeker metabolizmasını geliştirerek kalite özelliklerine pozitif yönde etkileri olduğu muhtemeldir (Marschner, 1995). Buna ek olarak K'un insan sağlığı üzerinde de iyi bilinen pek çok etkisi bulunmaktadır. Genel olarak hastalıkların gelişiminde riski düşürerek kandaki hemoglobin üretimini stümüle etme yolu ile kalp hastalıkları, ülser ve anemiden korunur (Robinson, 1996).

Yüzotuzu aşkın ülkede yetiştiriciliği yapılan ve

doğanın bilinen en iyi K kaynağı olan muz; A, C, B6 vitaminlerinin de zengin ve ucuz bir kaynağıdır. Muz bitkisinin, verim ve kalitesi K beslenmesi ile yakından ilişkilidir. IFA (1992)'ya göre; muz, gübre K'unun en yüksek akümülatörü olup çeşitlere göre değişen 20 - 50 kg K/t oranlarında potasyum kaldırmaktadır. Potasyum beslenmesi ile muz meyvesinin kalite öğelerinden; toplam suda çözünebilir kuru madde, indirgen şeker, toplam şeker ve askorbik asit arasında pozitif, meyve asitliği ile negatif korelasyonlar bulunduğu rapor edilmiştir (Al-Harhi ve Al-Yahyai, 2009; Kumar, 2008; Hongwei vd., 2004). Kumar ve Kumar (2008), potasyum kaynağı olarak kullanılan gübre formlarının (K₂SO₄, KCl) meyve kalitesi üzerine etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada; her iki K kaynağının da muz meyve kalitesi üzerine pozitif etkileri olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, K₂SO₄ gübresinin KCl gübresinden daha çok yararlı etkileri olduğu belirlenirken bu sonuç, kavun bitkisinin farklı K kaynaklarına duyarlılığına yönelik yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir (Jifon ve Lester, 2009).

Kükürt ve Selenyum Gübrelemesi

Soğan, sarımsak, pırasa, çin sarımsağı gibi Allium familyası bitkileri; içerdikleri kükürtlü bileşiklerden kaynaklanan kendilerine özgü aromaları nedeni ile yüzyıllardır insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Son yıllarda bu sebzelerin; içerdikleri yüksek oranda kükürt ve kükürtlü bileşikler nedeni ile anti astımatik, antikarsinogenik, antitrombotik ve antibiyotik etkileri olduğu rapor edilmiştir.

Kükürt; sistein ve methionin amino asitlerinin bileşenidir. Bu iki amino asit koenzimler gibi S taşıyan diğer bileşiklerin öncüleridir. İnorganik sülfat formları olarak alınan kükürdün, bitkide amino asitlere, proteinlere, koenzimlere ve yeşil yapraklarda ferrodoksine bağlanması için indirgenerek organik forma dönüştürülmesi gerekir (Güneş ve ark., 2002). Bitkide organik indirgenmiş kükürdün % 2'si suda çözünebilir thiol, thiolün %90' ından fazlası tripeptit glutation olduğu açıklanmaktadır (De Kok ve Stulen, 1993). Glutation, suda kolayca çözünebilir olup bitkilerde kuvvetli bir antioksidandır. Özellikle kloroplastlarda askorbat ile birlikte glutation, hidrojen peroksit ve serbest oksijen radikallerinin detoksifikasyonunda önemli rollere sahiptir (Marschner, 1995). Organik kükürt bileşikleri sentezinde öncü bileşik olan S- ACSOs (S-asetil sistein sülfoksid), fonksiyonel ve aromatik bileşiklerin sentezini stümüle eder. Kükürtle gübreleme, direkt olarak ACSOs sentezini arttırarak fonksiyonel, aromatik bileşikleri arttırmaktadır. Buna paralel, kükürdün topraklarda bulunan yüksek miktarları ile kükürt içeriği yüksek Allium ve Brassica bitkilerinin, aroma yoğunluklarını ve ACSOs sentezini arttırdığı belirlenmiştir (Randle ve Bruussard, 1993; Randle ve

ark., 1995; Randle ve ark., 2002; Coolong ve Randle, 2003; Mc Clum ve ark., 2005).

Brassica bitkileri (brokkoli, brüksel lahanası, kale ve turp), insan sağlığına yararlı pek çok katkısı olan glucoraphenin gibi kükürt içeren fito besin elementlerinin mükemmel bir kaynağıdır (Cartea ve Velasco, 2008; Johnson, 2002; Osmont ve ark., 2003). Kükürtle gübrelemenin başta glucoraphenin olmak üzere fito besin elementleri konsantrasyonuna pozitif etkisi olduğu rapor edilmiştir (Barickman ve ark., 2009; Kopsell ve ark., 2007b; Aires ve ark., 2007; Finley, 2007; Bloem ve ark., 2007).

Son yıllarda tarımsal üretimde selenyum gübrelemesi dikkate değer bir şekilde önem kazanmaktadır. Kimyasal özellikleri bakımından kükürde benzerlik gösteren Se, yüksek pH'lı topraklarda selenata yükseltgenir. Sülfat ve selenat bitki kök bölgesinde aynı alım yöreleri için rekabet gösterirler (Güneş ve ark., 2002). Kükürtle son derece yakın ilişkili bir element olan selenyum, metabolik yolda kükürt yerine geçebilir (Young, 1981; Mäkelä ve ark., 1993; Arthur, 2003; Finley, 2007). Cruciferae familyası bitkileri selenyum toleransı yüksek bitkiler olup yaklaşık 700-800 mg/kg selenyum içerirler (Güneş ve ark., 2002).

Selenyum; protein sentezinde esensiyel bir element olup antioksidan, antiinflamatuvar ve antikarsinogenik özellik göstermektedir. Selenyumun iz miktarları hücresel fonksiyonlar için gerekli olmasına rağmen, selenyum eksikliğinin ya da sağlanan aşırı selenyumun sağlığa olumsuz etkileri olduğu ve selenyumun optimum düzeylerinin daha sınırlı düzeylerde olması gerektiği belirtilmiştir (Jackson-Rosario ve Self, 2010).

Selenyumla gübrelemenin fitobesin elementleri üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar, Selenyumla gübrelemenin, ürünle kaldırılan miktarını ve göreceli olarak bitkilerde S içeren fitokimyasalların düzeyini arttırdığını göstermektedir (Charron ve ark., 2001).

SONUÇ

Günümüzde dünya nüfusunun % 25'i yoksulluk sınırı altında yaşarken her saatte 1000 çocuk hayatını kaybetmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde daha yoğun yaşanan bu durum, global gelişim adına endişe vericidir. Mevcut koşulların nedenleri; küresel ısınma, artan dünya nüfusunun gıda gereksinimi, yanlış politikalar ve ithalat - ihracat yolundaki engeller ve besin kaynaklarının zenginleştirilerek efektif kullanılmaması olarak sıralanabilir. Nedenleri tanımlanan soruna çözüm önerileri ise; gübrelemede yetiştirilecek bitkilerin genetik yatınlıklarının göz önünde bulundurulması, farklı bitki türlerinin içerdği farklı fonksiyonel bileşenlerine yönelik farklı gübreleme çalışmalarının yapılması ve gübreleme programlarında verimin yanı sıra bitkilerin fonksiyonel bileşenlerinin de arttırılmasının

hedeflenmesi şeklinde özetlenebilir. Tarımsal üretimde; gübreleme ile ürün kalitesi, beslenme ile sağlık arasındaki ilişkiler açıktır. Sebze ve meyvelerin, kalite öğeleri ve fitokimyasal içerikleri gübrelemeden yakından etkilenmektedir. Bu bağlamda gübreleme; dolaylı olarak konvansiyonel beslenmenin sürdürülebilir ve ucuz bir tamamlayıcısı olurken, tarımsal ürünlerin biyoteknolojik özelliklerini geliştirerek insan sağlığını iyileştirmektedir.

KAYNAKLAR

- Aires A., Rosa E., Carvalho R., Haneklaus S. and Schnug E. (2007) Influence of Nitrogen and Sulfur Fertilization on the Mineral Composition of Broccoli Sprouts. *J. Plant Nutr.* 30:1035-1046.
- Al-Harthi K. and Al-Yahyai R. (2009) Effect of NPK fertilizer on growth and yield of banana in Northern Oman. *J. Hort. Forestry.* 1(8):160-167.
- Anonim (2012) <http://turkish.trib.ir/component/k2/item/268453>
- AREDS (2007) The relationship of dietary carotenoid and vitamin A, E and C intake with age-related macular degeneration in a case control study. AREDS, Report No. 22. *Arch. Ophthalmol.* 125(9): 1225-1232.
- Arthur J.R. (2003) Selenium supplementation: does soil supplementation help and why? "Micronutrient Symposium on Micronutrient supplementation: when and why?" *Proc. Nutr. Soc.* 62:393-397.
- Barickman T.C., Kopsell D.A. and Sams C.E. (2009) Impact of nitrogen and sulfur fertilization on the phytochemical concentration in watercress, *Nasturtium officinale* R. BR. *Acta Hort.* (ISHS) 841:479-482
- Bloem E., Haneklaus S. and Schnug E. (2007) Comparative effects of sulfur and nitrogen fertilization and post-harvest processing parameters on the glucotropaeolin content of *Tropaeolum majus* L. *J. Sci. Food and Agric.* 87(8):1576-1585.
- Cartea M.E. and Velasco P. (2008) Glucosinolates in Brassica foods: bioavailability in food and significance for human health. *Phytochem. Rev.* 7:213-229.
- Coolong T.W. and Randle W.M. (2003) Sulfur and nitrogen availability interact to affect the flavor biosynthetic pathway in onion. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128(5):776-783.
- Chalker-Scott L. (1999) Environmental significance of anthocyanins in plant stressresponses. *Photochemistry and Photobiology* 70:1-9.
- Charron C.S., Kopsell D.A., Randle W.M. and Sams C.E. (2001) Sodium selenate fertilization increases selenium accumulation and decreases glucosinolate concentration in rapid-cycling Brassica oleracea. *J. Sci. Food Agric.* 81:962-966.
- Close D.C. and Beadle C.L. (2003) The ecophysiology of foliar anthocyanin. *Botanical Review* 69(2):149-161.
- De Kok L.J., Stulen I., (1993) Role of glutathione in plants under oxidative stress. In: Sulfur Nutrition and Assimilation in Higher Plants, In: De Kok L. J., Stulen I., Rennenberg H., Brunold C., Rauser W. E., (eds.), SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, pp. 62-75.
- Farr D.R. (1997) Functional foods. *Cancer Letters.* 114:59-63.
- FAO (2009) FAO and Traditional Knowledge: the Linkages with Sustainability, Food Security and Climate Change Impacts. FAO, Rome, 9 p.
- Finley J.W. (2007) Selenium and glucosinolates in cruciferous vegetables: metabolic interactions and implications for cancer chemoprevention in humans. *Acta Hort.* 744:171-180
- Güneş A., Alpaslan M., İnal A. (2002) Bitki Besleme ve Gübreleme. Yayın No: 1526, Ders Kitabı: 479.
- Harris, E.D., Poulou S.M. and Patil B. (2007). Citrus limonoids are unique and effective anticancer agents. *Acta Hort.* 744:165-170.
- He F.J. and MacGregor G.A. (2008) Beneficial effects of potassium on human health. *Physiol. Plant.* 133:725-735.
- Hongwei T., Liuqiang Z., Rulin X., and Meifu H. (2004) Attaining High Yield and High Quality Banana Production in Guangxi. *Better Crops* 88(4):22-24.
- IFA (1992) IFA World Fertilizer Use Manual. IFA, Paris. 632 p.
- Jackson-Rosario, S.E. and Self W.T. (2010) Targeting selenium metabolism and selenoproteins: Novel avenues for drug discovery. *Metallomics* 2:112-116.
- Jifon J.L. and Lester G.E. (2009) Foliar potassium fertilization improves fruit quality of field-grown muskmelon on calcareous soils in south Texas. *J. Sci. Food Agric.* 89:2452-2460.
- Jifon, J., Lester, G., Stewart, M., Crosby, K., Leskovar, D. and Patil, S. B. (2012) Fertilizing Crops to Improve Human Health: a Scientific Review Chapter 8 Fertilizer Use and Functional Quality of Fruits and Vegetables p: 191-214.
- Johnson I.T. (2002) Glucosinolates in the human diet. Bioavailability and implications for health. *Phytochem. Rev.* 1:183-188.
- Kiriş S. ve Velioglu S. (2001) Hiperbesleyici gıdalar, Bilim ve Teknik, Sayı: 401, Nisan, 56- 57.
- Koo R.C.J. (1985) Potassium nutrition of citrus. p. 1077-1086. In R.D. Munson (ed.). Potassium in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Kumar A.R. and Kumar N. (2008) Studies on the efficacy of sulphate of potash (SOP) on the physiological, yield and quality parameters of banana cv. Robusta (Cavendish-AAA). *EurAsia J. BioSci.* 2(12):102-109.
- Kopsell D.A., Kopsell D.E. and Curran-Celentano J. (2007a). Carotenoid pigments in kale are influenced by nitrogen concentration and form. *J. Sci. Food Agr.* 87(5):900-907.
- Kopsell D.A., Sams C.E., Charron C.S., Randle W.M. and Kopsell D.E. (2007b) Kale carotenoids remain stable while glucosinolates and flavor compounds respond to changes in selenium and sulfur fertility. *Acta Hort.* 744:303-310.
- Korhonen H. (2002) Technology options for new nutritional concept. *International Journal of Dairy Technology.* 55(2): 79-87.
- Lester G.E. and Eischen F. (1996) Beta-carotene content of postharvest orange-flesh muskmelon fruit: effect of cultivar, growing location and fruit size. *Plant Foods Hum. Nutr.* 49:191-197.
- Lester G.E. (1997) Melon (*Cucumis melo* L.) fruit nutritional quality and health functionality. *HortTech.* 7:222-227.
- Lester G.E. and Crosby K.M. (2002) Ascorbic Acid, Folic

- Acid, and Potassium Content
in Postharvest Green-flesh Honeydew Muskmelon Fruit: Influence of Cultivar, Fruit Size, Soil Type and Year. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127:843-847.
- Lester G.E., Jifon J.L. and Rogers G. (2005) Supplemental Foliar Potassium Applications during Muskmelon (Cucumis melo L.) Fruit Development can Improve Fruit Quality, Ascorbic Acid and Beta-Carotene Contents. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 130:649-653.
- Lester G.E., Jifon J.L. and Makus D.J. (2006) Supplemental Foliar Potassium Applications with and without surfactant can enhance netted muskmelon quality. HortSci. 41(3):741-744.
- Mäkelä A., Nanto V. and Mäkelä W. (1993) The Effect of Nationwide Seleniumenrichment of fertilizers on Selenium Status on Healthy Finnish Medical Students Living in Southwestern Finland. Biol. Trace Elements Res. 36:121-157.
- Marschener, H., 1995. Mineral nutrition of Higher Plants. Academic Press Ltd. 24-28 Oval Road, London NW1 7DX.
- McCallum J., Porter N., Searle B., Shaw M., Bettjeman B. and McManus M. (2005) Sulfur and nitrogen affects flavour of field-grown onions. Plant Soil 269:151-158.
- Mozafar A. (1993) Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: A Review. J. Plant Nutr. 16:2479-2506.
- Murthy K.N.C., Jayaprakasha G.K. and Patil B.S. (2009) Limonin and its glucoside from citrus can inhibit colon cancer: evidence from in vitro studies. Acta Hort. 841:145-150.
- Osmont K.S., Arnt C.R. and Goldman I.L. (2003) Temporal aspects of onion-induced antiplatelet activity. Plant Foods Hum. Nutr. 58(1): 27-40.
- Paliyath G., Schofield A., Oke M. and Taehyun A. (2002) Phosphorus Fertilization and Biosynthesis of Functional Food Ingredients. p. 5-1-5-6. In T.W. Bruulsema (ed.). Fertilizing Crops for Functional Foods. Symposium Proceedings, 11 November 2002, Indianapolis, Indiana, USA. Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada (PPI/PPIC)
- Park Y.S., Caspi A., Libman I., Lerner H.T., Trakhtenberg S., Leontowicz H., Leontowicz M., Tashma Z., Katrich E., Gorinstein S. and Namiesnik J. (2009) Characteristics of blond and red star ruby jaffa grapefruits (citrus paradise): results of the studies in vitro, in vivo and on patients suffering from atherosclerosis. Acta Hort. 841:137-144.
- Pehlivan M., Güleriyüz M. (2004) Ahududu ve Böğürtlenlerin İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Bahçe, 33 (1-2): 51 – 57.
- Randle W.M. and Brussard M.L. (1993) Pungency and sugars of short-day onions as affected by sulfur nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:776-770.
- Randle W.M., Lancaster J.E., Shaw M.L., Sutton K.H., Hay R.L. and Bussard M.L. (1995) Quantifying onion flavor components responding to sulfur fertility-sulfur increases levels of and biosynthetic intermediates. J. Am. Soc. Hort. Sci. 120:1075-1081.
- Randle W.M., Kopsell D.E. and Kopsell D.A. (2002) Sequentially reducing sulfate fertility during onion growth and development affects bulb flavor. HortSci. 37:118-121.
- Robinson J.C. (1996) Banana and Plantain, CAB International, Wallingford, UK. p. 229.
- Roberfroid M.B. (2002) Global view functional foods: European perspective. British Journal of Nutrition, Suppl. 2, 88: 133-138.
- Sanchez P.A. (2010) Tripling crop yields in tropical Africa. Nature Geoscience 3:299 300.
- Somasundaram S., Pearce K., Gunasekera R., Jayaprakasha G.K. and Patil B. (2009) Differential phosphorylations of nfkb and cell growth of mda-mb 231 human breast cancer cell line by limonins. Acta Hort. 841:151-154.
- USDA (2010) National Nutrient Database for Standard Reference, Release 23. Available online at: www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=8964
- Usherwood N.R. (1985) The role of potassium in crop quality. p. 489-513. In R.S. Munson (ed.). Potassium in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Young V.R. (1981) Selenium: A case for its essentiality in man. New Engl. J. Med. 304:1228 1230.

Sorumlu Yazar

Seda ERDOĞAN BAYRAM
seda.erdogan@ege.edu.tr

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Merkez Laboratuvarı,
İZMİR, 35100

Geliş Tarihi : 27.09.2013

Kabul Tarihi : 21.12.2013